

# JESZENSZKY SÁNDOR\*

## *Akik a diákokat elektrotechnikai kísérletekre tanították*

Newton természetfilozófiája nyomán a 18. század természettudományos kutatásaiban előtérbe került az empiria. A vizsgálódás nem korlátozódott a természetben spontán mutatkozó jelenségekre, hanem igyekeztek a törvényszerűségeket tudatosan létrehozott folyamatokkal felderíteni. A kísérletezés a tudományos munka szerves része lett.

Különösen fontos volt a kísérletezés a villamosság kutatásában, hiszen törvényszerűségei érzékszerveinkkel közvetlenül nem állapíthatók meg. Hiába ismerte az emberiség a leghatalmasabb villamos jelenséget, a villámot a történelem előtti idők óta, hiába ismerték legalább két évezrede a megdörzsölt borostyán különös vonzó hatását, csupán ezen észlelések alapján nem sikerült előbbre jutni. Ehhez arra a természetfilozófiai szemléletmódra volt szükség, amely nem elszigetelten vizsgálta a jelenségeket, hanem kísérletekkel kereste a különféle jelenségek kapcsolatát.

Az elektrosztatika meghatározó kísérleti eszköze, a dörzselektromos generátor is ilyen törekvés szülötte volt. **Otto von Guericke**, a híres magdeburgi polgármester (1602–1686) a gravitáció kísérleti modelljét kívánta megalkotni egy tengely körül forgó, kézzel dörzsölt kengolyóval, amely úgy vonzotta magához a papírdarabkákat, mint a Föld a súlyos testeket. Bár ez a kísérlet csupán érdekes ismeretterjesztő demonstráció maradt, mégis a tudatos elektrosztatikai kutatás kezdetének tekinthető. A felvilágosodás korának főúri szalonjaiban a villamossággal végzett kísérletek kedvelt szórakozássá váltak, de közben folyt a rendszeres kutatás, és a villamosság bekerült a magasabb szintű oktatás tantervébe is.

A magyarországi iskolák fizikaoktatásában is megjelentek a villamosságtani kísérletek. A protestáns iskolarendszerben Sárospatak és Debrecen mutatott irányt. **Hatvani István** (1718–1756) Hollandiából hozatott elektromos gépével mutatott be kísérleteket. Az akkor még misztikusnak tűnő demonstrációk alapján nevezték magyar Faustnak. A katolikus iskolák a Nagyszombati Egyetem kísérleti fizikáját követték. A magyar villamosságtan legrégebbi tárgyi emléke egy leideni palack Nagyszombatból, az Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum gyűjteményében. A kiváló jezsuita tanár, **Makó Pál** (1723–1793) fizika tankönyvében számos elektromos kísérletet ismertetett.

Új korszakot nyitott a villamosságtanban **Alessandro Volta** (1745–1827) találmánya, a Volta-oszlop, az elektrokémiai áramforrás 1800-ban. Az elemek viszonylag erős (néhány amperes) árama lehetővé tette az áram kémiai, hő- és mágneses hatásainak felfedezését és a villamosság

\* Magyar Elektrotechnikai Múzeum, 1075 Budapest, Kazinczy utca 21.



gyakorlati felhasználását, azaz az elektrotechnika létrejöttét. Az új felfedezések azonnal megjelentek a magyar egyetemi oktatásban. **Tomcsányi Ádám** fizika tankönyvének második, 1823-as kiadásában már nem csak a Volta-oszlop, a galvánelem, hanem **Christian Oersted** (1777–1851) elektromágneses kísérlete (1820) is szerepel. Nem meglepő, hogy **Jedlik Ányos** (1800–1895), aki 1822-ben Tomcsányinál doktorált fizikából a Pesti Egyetemen, a modern kísérleti fizikaoktatás hazai úttörője lett. A villamosság gyakorlati alkalmazásával is foglalkozott, ezért joggal tekinthetjük az első magyar elektrotechnikusnak is.

Jedlik a győri bencés gimnázium tanáraként 1829-ben 292 fizikai kísérletét írta le, ebből 38 elektrosztatikai, 36 elektrodinamikai. Utóbbiak között van az Ampère-féle elektrodinamikai kísérletekből továbbfejlesztett „forgony”, a világ első, folyamatos forgó mozgást végző kommutátoros villanymotorja. A forgony jellegzetesen iskolai demonstrációs eszköz, de Jedlik egyéb konstrukcióira is jellemző, hogy a jelenségek bemutatását nagyobb létszámú hallgatóság részére is lehetővé teszik. A kísérleti fizika oktatása iránti elkötelezettségét mutatja, hogy 1839-ben a bécsi **Eckling**től nem csak akkori katedrája, a Pozsonyi Királyi Akadémia részére rendelt újdonságnak számító mágneselektromos áramfejlesztőt, hanem ezen felül még 4 darabot, hogy további akadémiáknak is jusson. Kísérleteit a Pesti Tudományegyetemen utódja, **Eötvös Loránd** (1848–1919) is bemutatta és maga is szerkesztett kiváló demonstrációs eszközöket. Eötvös professzori munkája már a 20. századba vezetett, amikor a kísérleti fizika a középiskolai oktatásnak is szerves részévé vált.

A 19. század végén, a 20. század elején szinte minden gimnáziumban volt már fizikai előadó terem, úgynevezett fizikum, a hozzá tartozó szertárral. Az eszközöket eleinte külföldről vásárolták, de elkezdődött a hazai gyártás is. Németországból a legtöbb készüléket a Max Kohl, a Leybold, majd a Phywe cégek szállították. A legnagyobb magyarországi tanszerkereskedés a Calderoni volt, amely az eszközöket saját nevén forgalmazta. Jelentős hazai tanszergyártó volt Süss Nándor műszerüzeme (a későbbi MOM), Marx és Mérei, Erdély és Szabó. Sok, már muzeális eszközük ma is megtalálható régi középiskolai szertárakban.

Kísérleti fizika oktatás tehát volt, de kik végezték a kísérleteket? Az egyetemen természetesen a professzorok, tanársegédek közreműködésével. A középiskolákban nem volt asszisztens, a tanárok maguk készítették elő a kísérleteket, sőt nem egy kiváló tanár maga is készített demonstrációs eszközöket. Igaz, több idejük volt erre, mint korunk agyonhajszolt, pénzügyi okokból egyre nagyobb óraszámmal megterhelt tanárának. A túlterhelés és eszközhiány eredménye világosan látható: unalmas „kréta-fizika”, amelyben az érdekes kísérletek helyett csupán azok rajzait láthatják a diákok. Azután vagy elhiszik, vagy nem, hogy tényleg úgy működik a dolog, ahogy a tanár a táblára rajzolta.

A poroszosan merev tanárok korrektül bemutatták a kísérleteket, de a diákok csak tisztes távolságból szemlélhették a drága eszközöket. Az igazán nagy pedagógusok viszont bevonták a tanulókat a munkába, így azok nem csak passzív szemlélői, hanem személyes résztvevői voltak a kísérleteknek. Nem csak a tananyagot tanulták meg, hanem a kísérletezést is. Forgatták az iskolai dinamógépek és vákuumszivattyúk hajtókarját, összeszerelték a villamos áramköröket, leolvasták és feljegyezték a műszerek által mutatott értékeket. Azok, akik különösen érdeklődtek a fizika iránt, szakkörökben folytatták a munkát, ahol a vezető tanár lehetővé tette egyes iskolai készülékek használatát, de az önálló munkát egyre inkább akadályozta a saját kísérleti eszközök hiánya. Ezért néhány lelkes tanár elhatározta, hogy nem csak a kísérletezésre, hanem a kísérleti eszközök készítésére is megtanítja a diákokat.

Mintát adott a német **W. Weiler** professzor „*Der praktische Elektriker*” című könyve, amely 1900 körül több kiadást is megért. Hatása érzékelhető a magyar „*Technikai Zsebkönyvtár*” sorozat füzetein. A sorozat kiadását **Grész Leó** (1883–1945) kezdeményezte az 1920-as években, több füzetet ő maga írt. A legtöbb füzet elektrotechnikai készülékek gyártásával foglalkozik, egyszerű eszközökkel, egyszerű anyagokból, amelyek egy diák számára hozzáférhetőek. Néhány füzet témaköre: galvánelemek, akkumulátorok, telefon, távíró, villamos műszerek, villamos csengő, Hertz és az elektromos hullámok, a szikrainduktor, Tesla kísérletei, transzformátor.

A leírások alapján valóban el lehet készíteni az eszközöket, nyilvánvaló, hogy tényleg el is



készítették azokat. A leírások pontosak, túlzottan is részletesek, lehetővé teszik a minta készülék precíz másolását, de nem adnak teret az egyéni megoldásoknak. Ez nehezíti a munkát, hiszen me-reven ragaszkodni kell a megadott méretekhez és anyagokhoz. (1. ábra.)

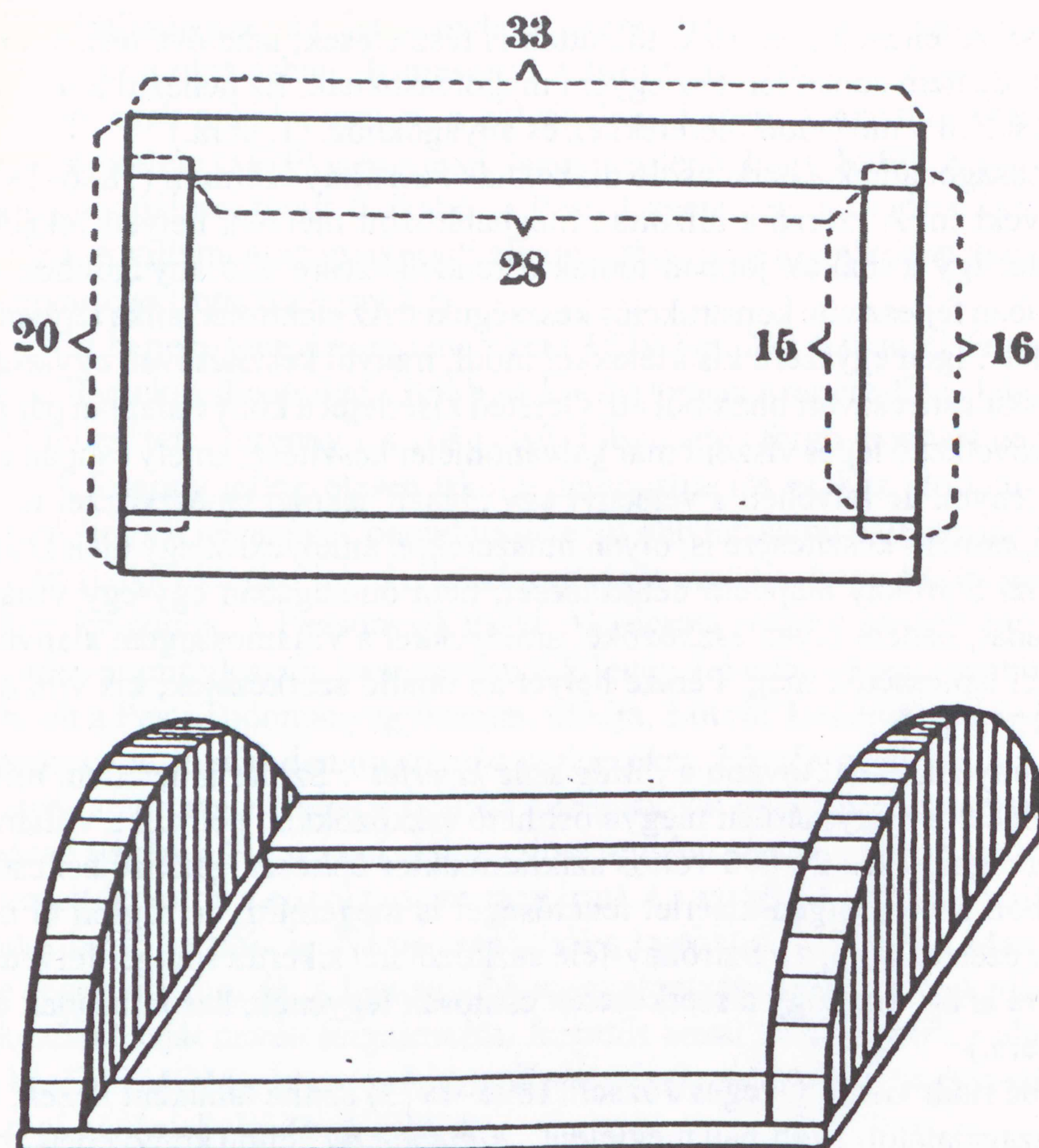
Több szabadságot adtak a barkácsoló diákoknak **Sztrókay Kálmán** (1886–1956) könyvei az 1930–1940-es években. A szerző a túlzottan meghatározott méretek helyett inkább a méretezési elveket ismertette. Így a diákok jobban tudtak a rendelkezésre álló anyagokhoz igazodni és az önálló munka jobban fejlesztette konstrukciós készségüket. Az elektrotechnika területén kezdő köny-ve a „Száz kísérlet”. Igen egyszerű kísérletekkel indul, iránytű készítésével, egyszerű elektromág-nessel, amely vaskulcsra csavart huzalból áll, Oersted kísérletét a könyv alapján pár perc alatt össze lehet állítani. A következő lépés viszont már galvanométer készítése, amely csupán egyszerű lomb-fűrész munkát igényel, de felveheti a versenyt egy „igazi” iskolai taneszközzel is. Rövidesen sor kerül volt- és ampermérő készítésére is, olyan műszerekre, amelyekről egy diák korábban álmodni sem mert. Ez jelzi Sztrókay alapvető célkitűzését: nem önmagában egy-egy villamos szerkezet elkészítése a feladat, hanem olyan eszközöké, amelyekkel a villamosságtan alapvető fogalmai és törvényszerűségei ismerhetők meg. Persze helyet ad önálló szerkezetek, kis villanymotor, távíró készítésének is. (2. ábra.)

Ebben az irányban halad tovább a „*Még száz kísérlet*”. Szinte hihetetlen, milyen bonyolult kísérleteket tesz lehetővé egyszerűen megvalósítható eszközökkel, például a villamos energia hő-egyenértékének megmérését, 20 000 voltos szikrainduktor építését, gázkisülési cső készítését ki-égett izzólámpából. Még röntgen-kísérlet lehetőségét is megemlíti, de rögtön el is veti. E sorok írója továbbment ezen az úton, s a Sztrókay-féle eszközökkel sikerült röntgenfelvételt készítenie... Sztrókay még arra is ügyelt, hogy a szerkezetek csinosak legyenek, hasonlítsanak egy-egy valódi műszerhez. (3. ábra.)

Még kevésbé riadt vissza **Öveges József** (1895–1979) szinte tabuként kezelt, bonyolult kér-dések kísérleti vizsgálatától. 1946-ban megjelent „*Atombomba*” című könyvében olyan, radioakti-vitással kapcsolatos kísérleteket ír le, amelyeket bárki elvégezhet. Akkoriban az atomfizika a hét-köznapi emberektől hihetetlen távol álló dolognak tűnt. Még nem az volt a gond, hogy hogyan szabaduljon meg az emberiség a (mesterségesen előállított) radioaktív anyagoktól, hanem a radio-aktív anyagok hiánya. A radioaktív sugárzás a rádium sugárzását jelentette. A rádium hozzáférhe-tetlen, csillagászati áru anyag volt, boldog volt az a tudományos intézmény, amelyik néhány gram-mal rendelkezett. Öveges sugárforrásul egy gyengén sugárzó természetes radioaktív anyagot, tó-riumot választott. Az akkoriban még használatos gázlámpák izzója tórium-oxidból készült, az el-használt gázharisnya volt a sugárforrás. 1948-ban e kísérletek kapcsán kerültem kapcsolatba Öve-ges és **Csekő Árpád** (1900–1992) tanár urakkal az Eötvös Lóránd Tudományegyetemen szervezett ifjú fizikusok klubjában. Nagyon sokat tanultam tőlük. Ez az ismeretség sok évtizedes közös mun-ka kezdetét jelentette. (4. ábra.)

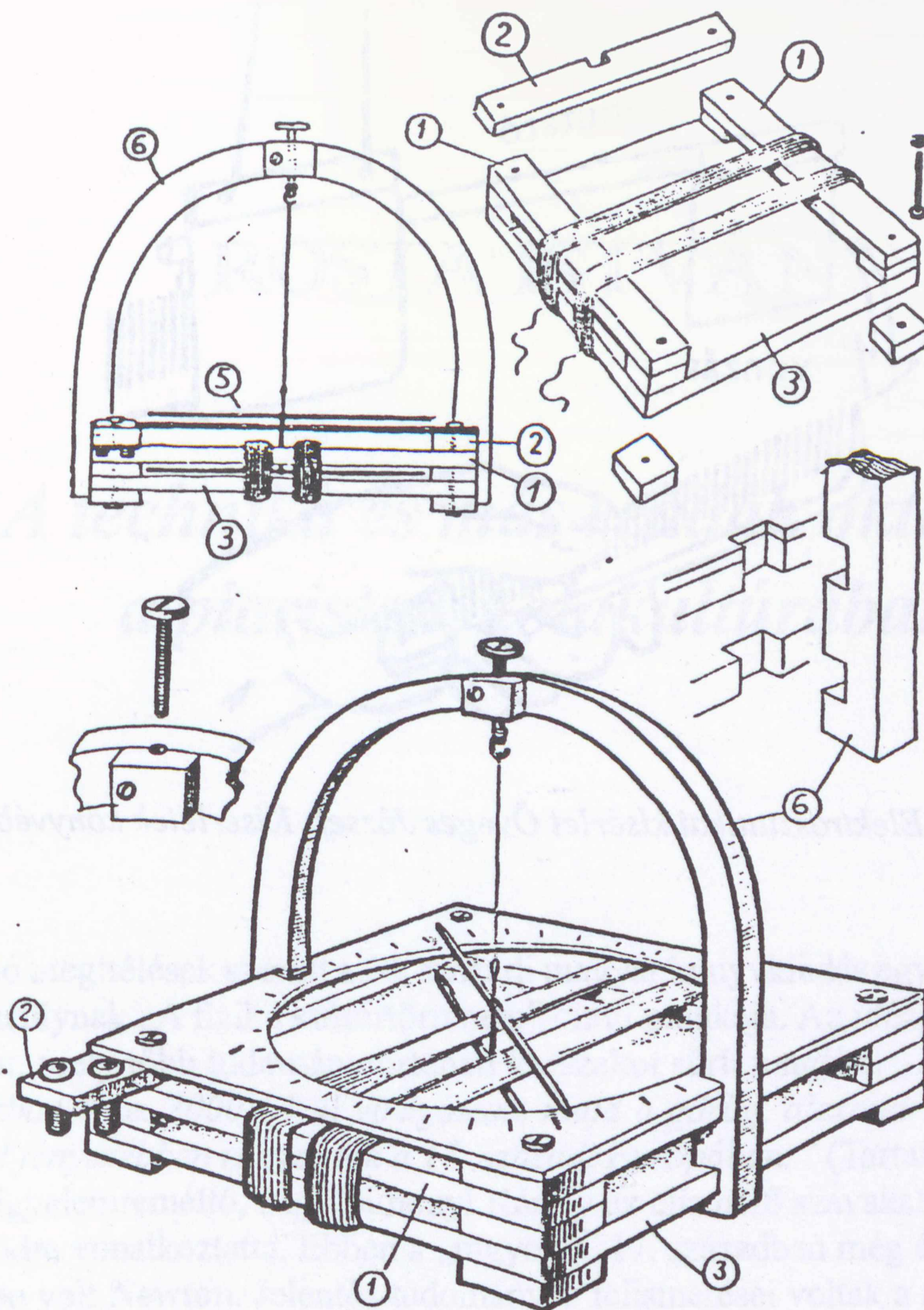
Öveges József később a minél szélesebb körű ismeretterjesztés és minél egyszerűbben össze-állítható kísérletek mellett foglalt állást. A felgyorsult élethez igazodva alapelve az volt, hogy a kísérlet elkészítése ne igényeljen néhány percnél hosszabb időt, és a háztartásban megtalálható anyagokból, eszközökből összeállítható legyen. A kísérlet tudományos értékében viszont nem tett minőségi engedményt. Sztrókay szép eszközeinek elkészítése több türelmet és időt igényel, vi-szont az eredmény több sikerélményt ad. A fiatal, tizenéves diákoknak kell a sikerélmény, az alko-tás öröme. Túlmutat a villamosságtan és az elektrotechnika megismerésén a fiatalok alkotókészsé-gének fejlesztése, energiáik helyes irányba terelése. Gyakran beszélgettünk Öveges tanár úrral er-ről a kérdésről és arra a megállapításra jutottunk, hogy az egyszerű kísérletek alkalmasak minél több fiatal érdeklődésének felkeltésére, amelynek folytatása lehet az egyre igényesebb eszközök készítése és bonyolultabb kísérletek elvégzése.



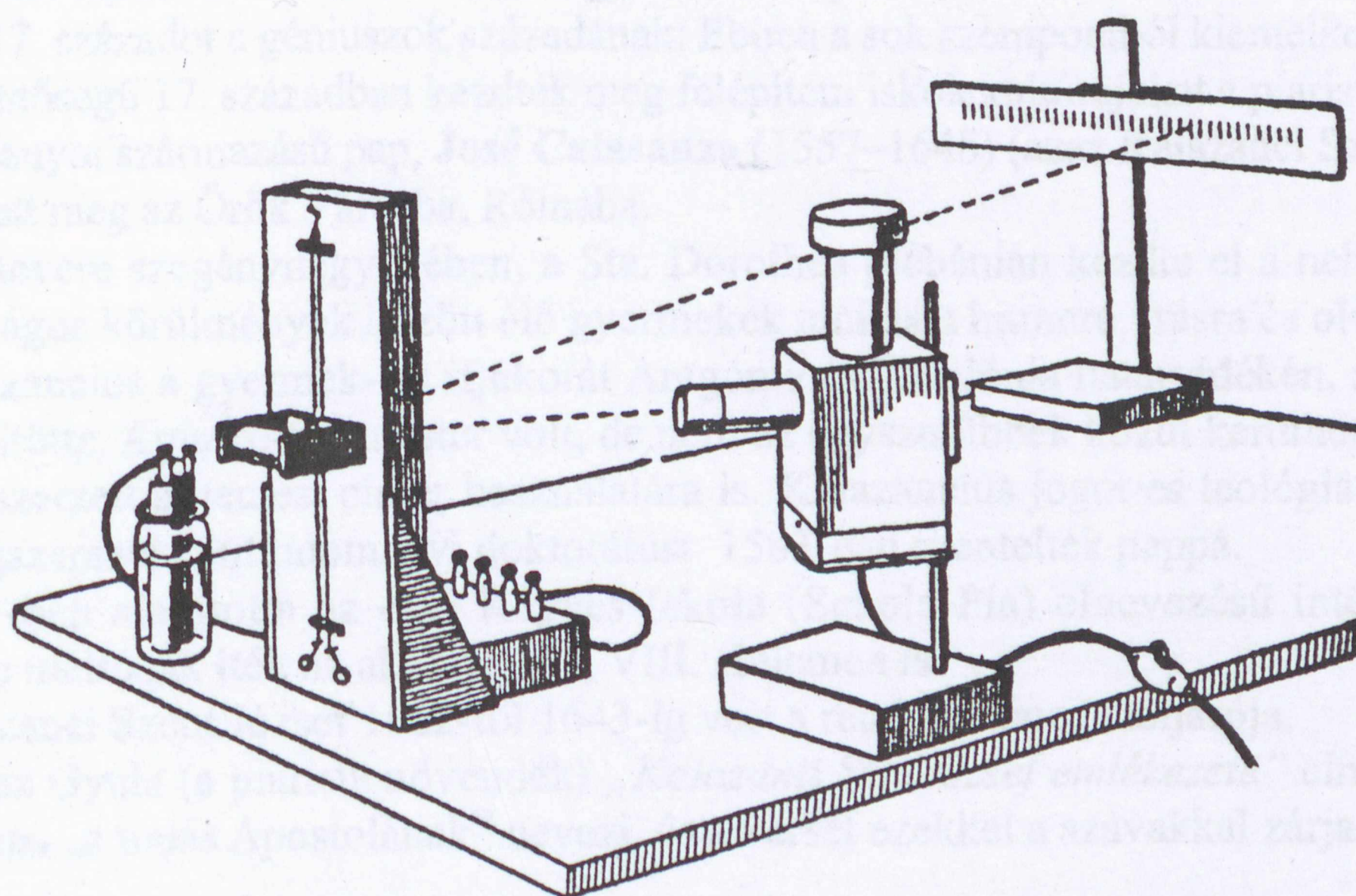


1. ábra: Parabolatükör gyártási rajza Grész Leó: Hertz és az elektromos hullámok című füzetében



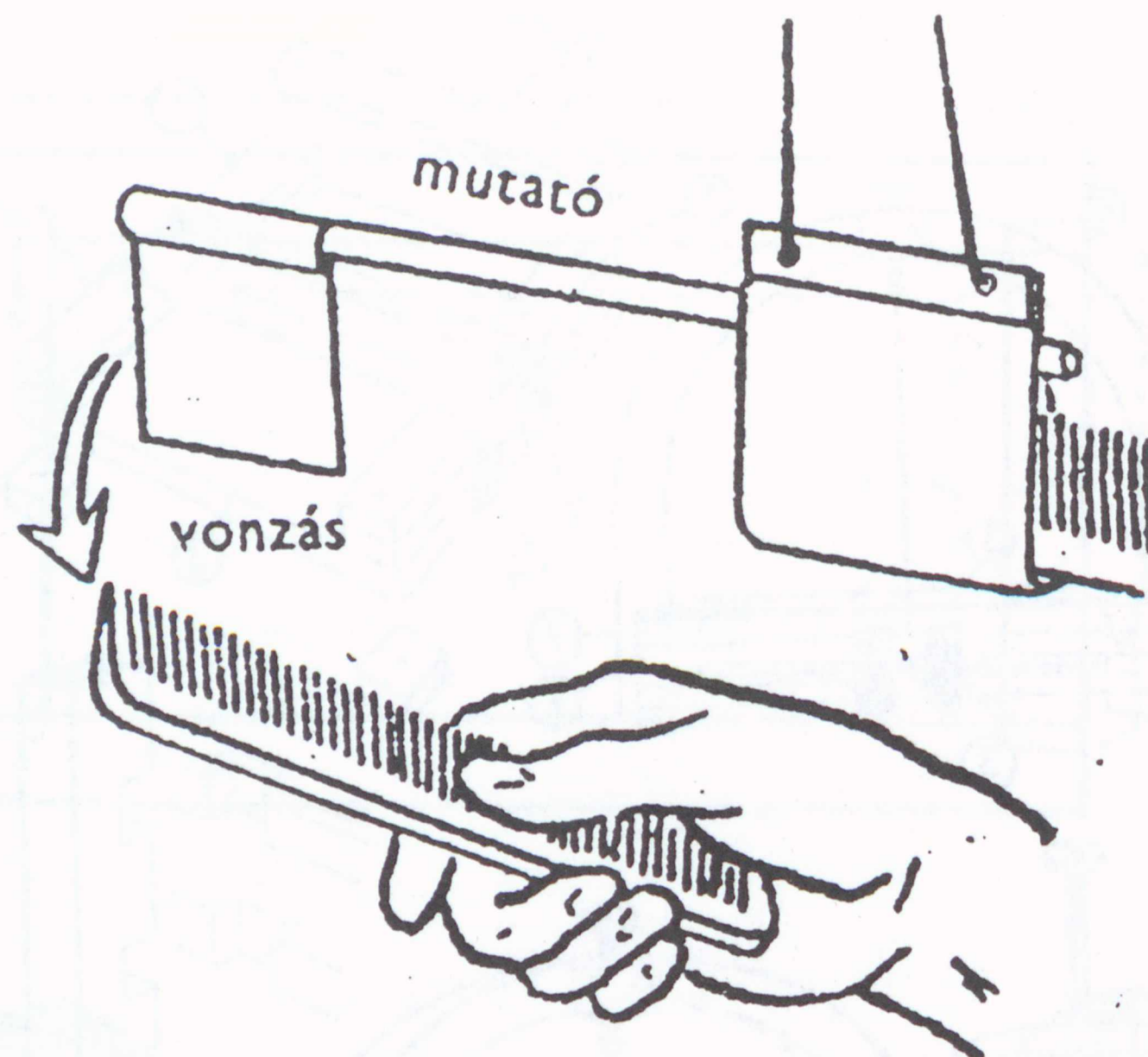


2. ábra: Galvanométer rajza Sztrókay Kálmán: Száz kísérlet c. könyvében



3. ábra: Tükrös galvanométer. Sztrókay: Még száz kísérlet





4. ábra: Elektrosztatikai kísérlet Öveges József: Kísérletek könyvében